

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-331162

(43) 公開日 平成11年(1999)11月30日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

H 0 4 L 12/24  
12/26  
12/46  
12/28  
12/66

H 0 4 L 11/08  
11/00  
11/20

3 1 0 C  
B  
1 0 2 Z

審査請求 有 請求項の数 8 F D (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平10-152154

(22) 出願日

平成10年(1998) 5 月15日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72) 発明者 長尾 泰孝

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

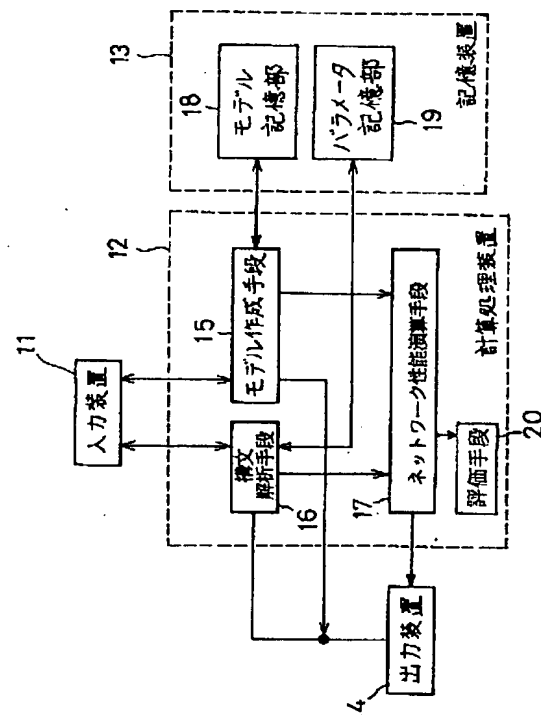
(74) 代理人 弁理士 野田 茂

(54) 【発明の名称】 管理系ネットワークの性能解析方法及びそのシステム

(57) 【要約】

【課題】 管理系ネットワークを構成する伝送装置内に設定した通信パラメータのネットワーク全体に対する影響の解析を可能にする。

【解決手段】 モデル作成手段 15 において、管理系ネットワークを構築する伝送装置 22 内部のモデル化を有限状態マシン手法により行い、さらに装置モデルを用いて管理系ネットワークのモデリングを行う。この時、装置内部が全体の管理系ネットワークの中のサブネットワークとして扱えるように定義する。次に、ネットワーク性能演算手段 17 により、作成されたモデルデータと予め与えられるパラメータから有限状態マシン手法により管理系ネットワークの性能解析を行う。そして、評価手段 20 により、ネットワーク性能演算手段 17 の性能解析結果に対し必要に応じて伝送装置内部のパラメータや管理系ネットワークのトポロジを変更してネットワークの性能を評価する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報処理や通信処理を行う伝送装置を伝送媒体により接続して管理系ネットワークを構築し、該管理系ネットワークを有限状態マシン手法により性能解析する方法であって、

マルチユニット化・マルチCPU化された前記伝送装置内部の構成情報から有限状態マシン手法により装置モデルを作成するとともに該伝送装置自体をサブネットワークとみなして前記管理系ネットワークを有限状態マシン手法によりモデル化するモデル作成ステップと、

前記モデル作成ステップで作成されたモデルデータと予め与えられるパラメータから有限状態マシン手法により管理系ネットワークの性能解析を行うネットワーク性能演算ステップと、

前記性能解析結果に対し必要に応じて伝送装置内部のパラメータや管理系ネットワークのトポロジを変更してネットワークの性能を評価する評価ステップと、を含むことを特徴とする管理系ネットワークの性能解析方法。

【請求項2】 前記管理系ネットワークを構築する伝送装置自体をサブネットワークとみなすことにより、CPU処理遅延時間やプロトコルタイム値といった微視的パラメータと、管理系ネットワークのトポロジや伝送遅延といった巨視的パラメータを同時に扱うことを可能にしたことを特徴とする請求項1記載の管理系ネットワークの性能解析方法。

【請求項3】 前記装置モデルは、OS I参照モデルを参考にして、最下位層に伝送形態や伝送遅延を反映した第1層を持ち、この第1層の上位に、データリンクを保証する第2層を配置し、さらにルーティング機能を実現する第3層とデータ転送を保証する第4層を配置し、第5層以上はネットワーク資源へ直接影響を与えない、CPU処理遅延というかたちで一つにまとめたことを特徴とする請求項1記載の管理系ネットワークの性能解析方法。

【請求項4】 コネクション開設後の通信状態を対象とし、主としてCPU処理稼働率や伝送遅延、バッファ使用量、伝送路負荷といったネットワーク資源の状態に着目して、これらの解析に影響のないプロトコルについては簡略化及び省略することを特徴とする請求項1記載の管理系ネットワークの性能解析方法。

【請求項5】 情報処理や通信処理を行う伝送装置を伝送媒体により接続して管理系ネットワークを構築し、該管理系ネットワークを有限状態マシン手法により性能解析するシステムであって、

マルチユニット化・マルチCPU化された前記伝送装置内部の構成情報から有限状態マシン手法により装置モデルを作成するとともに該伝送装置自体をサブネットワークとみなして前記管理系ネットワークを有限状態マシン手法によりモデル化するモデル作成手段と、

前記モデル作成手段で作成されたモデルデータと予め与えられるパラメータから有限状態マシン手法により管理系ネットワークの性能解析を行うネットワーク性能演算手段と、

前記性能解析結果に対し必要に応じて伝送装置内部のパラメータや管理系ネットワークのトポロジを変更してネットワークの性能を評価する評価手段と、

を含むことを特徴とする管理系ネットワークの性能解析システム。

10 【請求項6】 前記管理系ネットワークを構築する伝送装置自体をサブネットワークとみなすことにより、CPU処理遅延時間やプロトコルタイム値といった微視的パラメータと、管理系ネットワークのトポロジや伝送遅延といった巨視的パラメータを同時に扱うことを可能にしたことを特徴とする請求項5記載の管理系ネットワークの性能解析システム。

【請求項7】 前記装置モデルは、OS I参照モデルを参考にして、最下位層に伝送形態や伝送遅延を反映した第1層を持ち、この第1層の上位に、データリンクを保証する第2層を配置し、さらにルーティング機能を実現する第3層とデータ転送を保証する第4層を配置し、第5層以上はネットワーク資源へ直接影響を与えない、CPU処理遅延というかたちで一つにまとめたことを特徴とする請求項5記載の管理系ネットワークの性能解析システム。

【請求項8】 コネクション開設後の通信状態を対象とし、主としてCPU処理稼働率や伝送遅延、バッファ使用量、伝送路負荷といったネットワーク資源の状態に着目して、これらの解析に影響のないプロトコルについては簡略化及び省略することを特徴とする請求項5記載の管理系ネットワークの性能解析システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、SDH網（同期デジタルハイアラキ網）などの光同期系伝送路網における管理系ネットワークの性能解析方法及び管理系ネットワークの性能解析システムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】SDH網などの光同期系伝送路網における管理系ネットワークは、伝送装置や管理用OS（オペレーティング・システム）やルータ等を、LAN、DCC（Data Communication Channel）、専用回線、パケット網等で接続することにより構築される。従来、このような管理系ネットワークの通信性能解析には、プロトコルの仕様記述である有限状態マシン手法が広く用いられ、OS I参照モデルをベースにした一般的なネットワークモデルが提供されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このようなOS I参照モデルをベースにしたネットワークモデルによ

## 3

る従来のネットワーク性能解析システムにおいて、第1の問題点は、ネットワークを構成する個々の伝送装置に設定される通信パラメータがネットワーク全体にどのような影響を与えるかを解析できないことである。これは、対象ネットワークの取り扱い方に起因するものであって、個々の伝送装置を、ネットワークを構成する最小単位として捉え、このネットワーク内部のCPUとの関連を不問としているためである。また、構成機器が1つのCPUであるような簡単な伝送装置では、機器内部をブラックボックス化して扱うことも可能であるが、SDH網の管理系ネットワークのように伝送装置自体がマルチCPU化されることで複雑化したネットワークの場合には、伝送装置自体をブラックボックス化して扱うことができず、ネットワークの性能解析には不十分なものとなるからである。

【0004】また、従来方式の第2の問題点は、対象ネットワークが大規模化した場合、その性能解析ができなくなることである。これは、もともと従来の手法が通信プロトコルの設計に用いられることを前提にしているため、OSIプロトコルスタックを忠実に再現させ、動作確認を行わせていたからである。したがって、ネットワーク資源に着目した性能解析を行う場合、必ずしもプロトコル上位層が必要でないにも関わらず、単に設定を煩雑にするほか、解析に必要な時間、計算機上で必要とするメモリの増加を招くことになる。そして、複雑で大規模なネットワークでは、最悪の場合、使用に耐えられなくなる状況が発生するという問題があった。

【0005】本発明はこのような問題を解決するためになされたもので、その目的は、伝送装置内に設定した通信パラメータのネットワーク全体に対する影響の解析を可能にし、併せて計算機の使用メモリの節約と解析時間の短縮を可能にした管理系ネットワークの性能解析方法及び管理系ネットワークの性能解析システムを提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、情報処理や通信処理を行う伝送装置を伝送媒体により接続して管理系ネットワークを構築し、該管理系ネットワークを有限状態マシン手法により性能解析する方法であって、マルチユニット化・マルチCPU化された前記伝送装置内部の構成情報から有限状態マシン手法により装置モデルを作成するとともに該伝送装置自体をサブネットワークとみなして前記管理系ネットワークを有限状態マシン手法によりモデル化するモデル作成ステップと、前記モデル作成ステップで作成されたモデルデータと予め与えられるパラメータから有限状態マシン手法により管理系ネットワークの性能解析を行うネットワーク性能演算ステップと、前記性能解析結果に対し必要に応じて伝送装置内部のパラメータや管理系ネットワークのトポロジを変更してネットワークの性能を評価

## 4

する評価ステップとを含むことを特徴とする。

【0007】本発明は、情報処理や通信処理を行う伝送装置を伝送媒体により接続して管理系ネットワークを構築し、該管理系ネットワークを有限状態マシン手法により性能解析するシステムであって、マルチユニット化・マルチCPU化された前記伝送装置内部の構成情報から有限状態マシン手法により装置モデル作成するとともに該伝送装置自体をサブネットワークとみなして前記管理系ネットワークを有限状態マシン手法によりモデル化するモデル作成手段と、前記モデル作成手段で作成されたモデルデータと予め与えられるパラメータから有限状態マシン手法により管理系ネットワークの性能解析を行うネットワーク性能演算手段と、前記性能解析結果に対し必要に応じて伝送装置内部のパラメータや管理系ネットワークのトポロジを変更してネットワークの性能を評価する評価手段とを備えることを特徴とする。

【0008】本発明の管理系ネットワーク性能解析方法及びそのシステムにおいては、伝送装置内のネットワークを全体の管理系ネットワークのサブネットワークとみなして管理系ネットワークを有限状態マシン手法によりモデル化することにより、異なる設定を施した装置同士の管理ネットワーク上での性能比較が可能になり、伝送装置内に設定したパラメータのネットワーク全体に対する影響の解析が可能になる。

## 【0009】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施の形態を実施について図面を参照して説明する。図1は本発明における管理系ネットワーク性能解析システムの構成を示す機能ブロック図、図2は本発明によるネットワーク性能解析の対象となる管理系ネットワークの概略構成図、図3は図2に示す伝送装置内部のネットワークの概略構成図、図4は本発明におけるネットワーク性能解析のための動作説明用のフローチャート、図5は伝送装置内ネットワークを構築するCPUモデルの構成図である。以下では、これらの図面を参照して本発明のネットワーク性能解析システムの実施の形態について説明すると同時に本発明のネットワーク性能解析方法の実施の形態についても説明する。

【0010】図1において、管理系ネットワークの性能解析システムは、ネットワークのモデル化に必要な図2に示すような管理系ネットワーク構成情報及び図3に示すような伝送装置内部の構成情報、CPU処理遅延時間やプロトコルタイム値といった微視的パラメータ及び管理系ネットワークのトポロジや伝送遅延といった巨視的パラメータを入力するキーボード等の入力装置11と、プログラム制御により動作して伝送装置及び管理系ネットワークのモデリングやネットワークの性能計算などを行う計算処理装置12と、作成されたモデルデータ及び解析時に与えられるパラメータを記憶する記憶装置13と、ディスプレイ装置及び印刷装置等から成る出力装置

14を備える。

【0011】計算処理装置12は、入力装置11から与えられたネットワーク構成情報及び装置内構成情報を有限状態マシン手法によりモデル化するモデル作成手段15と、入力装置11から与えられるパラメータの構文を解析する構文解析手段16と、モデルデータおよびパラメータから有限状態マシン手法によりネットワークの性能解析を行うネットワーク性能演算手段17と、ネットワーク性能演算手段17の性能解析結果に対し必要に応じて伝送装置内部のパラメータや管理系ネットワークのトポロジを変更することによりネットワークの性能を評価する評価手段20を備えている。また、記憶装置13は、モデル作成手段15で作成されたモデルデータを記憶するモデル記憶部131、及び構文解析手段16で解析されたパラメータを記憶するパラメータ記憶部132を備えている。出力装置14には、モデル作成手段15で作成されたモデル内容や構文解析手段16で解析されたパラメータ項目、ネットワーク性能演算手段17での演算結果が出力され、表示される構成になっている。

【0012】図2において、性能解析の対象となる管理系ネットワークは、SDH網（同期デジタルハイアラキ網）のような光同期系伝送路網に相当し、保守・運用・管理機能を効率的に実行できるように支援する複数の管理用OS（オペレーション・システム）21、複数の伝送装置22を通信媒体23Aによりバス形に接続されたLAN23、複数の伝送装置24をデータ通信チャネル（DCC）用通信媒体25Aによりリング状に接続したネットワーク25を備え、管理用OS21はパケット網26にデータ通信網（DCN）27により接続され、さらに、パケット網26とLAN23内の伝送装置22間、およびネットワーク25内の伝送装置24間はデータ通信網（DCN）27によりそれぞれ接続されている。また、LAN23の通信媒体23Aとネットワーク25の伝送装置24間はそれぞれルータ28A、28Bを介して専用回線29により接続されている。

【0013】上記管理系ネットワークを構築する各伝送装置22、24は、図3に示すように、3つのグループにマルチユニット化・マルチCPU化された12個のCPU31を備え、各グループの3つのCPU31は、シリアルバス・シリアルバスであるSCSI（Small Computer System Interface）32により接続され、さらに、この各グループのSCSI32で接続された1つのCPU31は装置外とのインタフェースとなるLAN33に接続されている。また、各グループのSCSI32で接続された他の1つのCPU31とSCSI32で接続されないCPU31同士は直接データの受け渡しが可能でバス34により接続されているとともに、各グループのSCSI32で接続された他の1つのCPU31は、装置外とのインタフェースとなるDCC35に接続されている。

【0014】次に、上記のように構成された本発明における実施の形態の性能解析動作について、図4を参照して説明する。管理系ネットワークの有限状態マシン手法による通信性能解析に際しては、まず、モデル作成手段15において、管理系ネットワークを構築する伝送装置内部のモデル化を有限状態マシン手法により簡略化したOSIプロトコルに則って行う（ステップS1）。この時の装置内のモデルは、CPUおよびCPU間を連絡するバス等のように物理的な要素ごとに最小単位とみなして、装置内ネットワークを構築する。すなわち、図3に示すように、それぞれのCPU31がLAN33やSCSI32等により接続され、かつ一部のCPU31同士が直接メモリによって接続されるようし、また、装置外に対しては、LAN33やDCC35をインタフェースとして持つように構成される。

【0015】装置内ネットワークを構築する最小単位であるCPUモデルの構成例を図5に示す。CPUの内部は、解析結果を念頭に置いて、OSI参照モデルを参考とした階層化を行う。最下位層には伝送形態（パラレル伝送か、シリアル伝送か）や伝送遅延を反映した第1層51を持つ。また、1つのCPUで複数インタフェースを持つものは、インタフェース数に合わせた第1層を用意する。第1層の上位には、データリンクを保証する第2層52を配置し、さらにルーティング機能を実現する第3層53、データ転送を保証する第4層54を配置する。第5層以上55は、ネットワーク資源へ直接影響を与えないものとみなし、CPU処理遅延というかたちで一つにまとめた。最上位にはアプリケーションパケットの生成・終端を行うアプリケーション部56が設置されている。第2層52では、第1層の上位で用いられるデータリンクプロトコルの反映を行う。簡略化のためリンク開設・切断等は省略し、解析中にトラフィックの輻輳などによりリンク断の状況に陥る場合であってもリンクを切断させずに通知のみの出力を行う。

【0016】第3層53で実現すべきルーティングプロトコルは、計算の複雑化を避けるため省略し、固定テーブルによるルート決定方式を採用した。ただし、実際のネットワークに対する負荷を考慮し、IS-ISプロトコル及びES-ISプロトコルにて一定周期で交換されるパケット（IIH/ISH/ESH）について、発時間隔およびパケットサイズのみを合わせた第2層疑似パケットを代用させる。第2層疑似パケット交換に際し、パケット到達間隔を監視を行い、規定時間以上隣接装置から第2層疑似パケットを受信しなかった場合には、通知を行う。

【0017】また、第4層54では、ネットワークのウィンドウ制御・輻輳制御といったフロー制御を行う。この制御を行うためのタイマ値は、解析実行時の入力パラメータとして変更可能とする。OSI参照モデルの第4層でのもう一つの重要な機能であるコネクション設定・

切断機能については、解析対象外のため省略した。第5層以上55については、CPU処理としてまとめて処理遅延のみを設定する。アプリケーションレベル56でのパケット生成は、アプリケーション部にて再現を行う。任意のサイズ、個数、時刻でユーザパケットを発生させる。転送先のアプリケーション部は、受信したパケットの終端機能および解析データの編集（パケットラウンドトリップタイムの計算など）を行う。

【0018】次に、前記作成した装置モデルを用いて管理系ネットワークのモデリングをモデル作成手段17により行う（ステップS2）。この時、装置内部が全体の管理系ネットワークの中のサブネットワークとして扱えるように定義する。すなわち、前記作成された装置モデルを、図2に示すように、管理用OS21やルータ28A、28BとともにLAN23やデータ通信チャンネル

（DCC）用通信媒体25A、専用回線29、あるいはパケット網26などで接続し、管理系ネットワークを構築する。これにより、装置内のネットワークを、全体の管理系ネットワークの中のサブネットワークとみなすことができ、ネットワークを構成する最小単位であるCPUレベルのシステムパラメータがネットワーク全体に及ぼす影響を解析することが可能となる。

【0019】このようにして作成したモデルに対して、性能解析のためのパラメータを設定し（ステップS3）、この設定パラメータを構文解析手段16で構文解析した後、ネットワーク性能演算手段17により性能解析を実行する（ステップS4）。しかる後、モデル作成手段15でモデリングされたモデルが適正なモデルか否かを判断する（ステップS5）。ここで、適正なモデルでないと判断された場合は、適正でないと判断された変更対象が管理系ネットワークか伝送装置かを判断する

（ステップS6）。変更対象が伝送装置の場合はステップS1に移行して、装置内部のパラメータ設定や管理系ネットワークのトポロジを変更し、伝送装置の再モデリングを実行する。また、変更対象が管理系ネットワークの場合はステップS2に移行して、装置内部のパラメータ設定や管理系ネットワークのトポロジを変更し、管理系ネットワークの再モデリングを実行する。また、適正なモデルであると判断された場合は、適正モデルのデータ採取が終了したかを判断する（ステップS7）。ここで、適正モデルのデータ採取が終了していない場合はステップS3に戻り、性能解析のためのパラメータを再設定してステップS4～ステップS7の処理を、適正モデルのデータ採取が終了するまで繰り返し実行する。そして、適正モデルのデータ採取が終了した場合は、ネットワークの性能について評価を行う（ステップS8）。この時の評価は、オペレータが行ってもよく、また、自動的に行うようにしてもよい。

【0020】このような本実施の形態によれば、管理系ネットワークを、伝送装置・管理用OS・ルータ等が、

LAN・DCC・専用回線・パケット網等で接続されることにより構築し、かつ、機能の複雑さからマルチユニット化・マルチCPU化される伝送装置内部を、内部バスやメモリ直接受け渡しにより接続される構造とし、そして、ネットワークの性能解析を行うにあたり、伝送装置自体を一つのサブネットワークとみなして管理ネットワークの一部に取り込むことにより、CPU処理遅延時間やプロトコルタイマ値といった微視的パラメータと、管理系ネットワークのトポロジや伝送遅延といった巨視的パラメータを同時に扱うことを可能とし、必要に応じて通信プロトコルを簡略化した上で、与えるパラメータがネットワーク全体に与える影響を解析することが可能となる。

【0021】また、本実施の形態によれば、本ネットワーク性能解析システムをコネクション開設後の通信状態を対象とし、主としてCPU処理稼働率や伝送遅延、バッファ使用量、伝送路負荷といったネットワーク資源の状態に着目し、これらの解析に影響のないプロトコルについては簡略化および省略することにより、モデル作成から解析、出力、評価までの時間短縮が図られ、計算機の使用メモリを節約できるほか、管理ネットワーク構成の最小単位を装置内CPUレベルとして捉えているため、伝送装置自体を改良・発展させた場合の性能解析についても柔軟に対応可能になる。

【0022】なお、本発明においては、より簡便な方法として、前述した第2層のプロトコルを省略することが可能である。この場合、第3層でルーティングされたパケットはそのまま伝送路（第1層）へ送り出されることになる。また、必要に応じてプロトコル遅延のみを持たせることにより、第2層を簡略化させる。この場合はデータリンクレベルでの送達確認が省略され伝送路負荷も見かけ上低下するが、データリンクパケットに比べ非常に大きなユーザパケットを扱う場合、第2層の詳細プロトコルは省略可能である。また、図3に示す伝送装置の構成は一例であり、これと異なる構成を取り得る。この時の伝送装置の構成情報も、パラメータの一つと捉えることができる。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、伝送装置内のネットワークを全体の管理系ネットワークのサブネットワークとみなして管理系ネットワークを有限状態マシン手法によりモデル化することにより、異なる設定を施した装置同士の管理ネットワーク上での性能比較も可能にするから、伝送装置内に設定したパラメータのネットワーク全体に対する影響の解析が可能になる。また、本発明によれば、解析に影響のない範囲で通信プロトコルを省略し解析作業を行わせているから、計算機の使用メモリを節約でき、かつ解析時間を短縮できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における管理系ネットワーク性能解析システムの構成を示す機能ブロック図である。

【図2】本発明によるネットワーク性能解析の対象となる管理系ネットワークの概略構成図である。

【図3】図2に示す伝送装置内部のネットワークの概略構成図である。

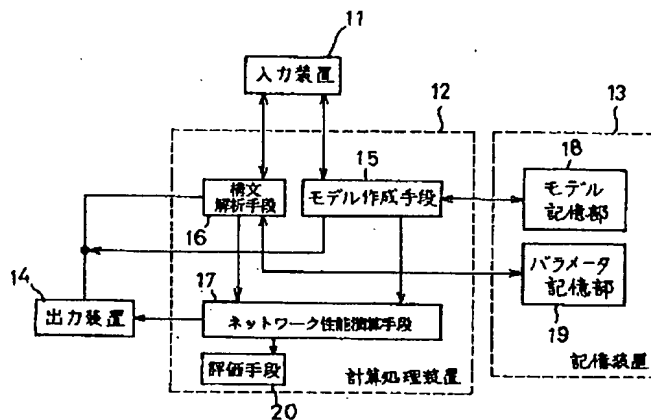
【図4】本発明の実施の形態におけるネットワーク性能解析のための動作説明用のフローチャートである。

【図5】本発明の実施の形態における伝送装置内ネットワークを構築するCPUモデルの構成図である。

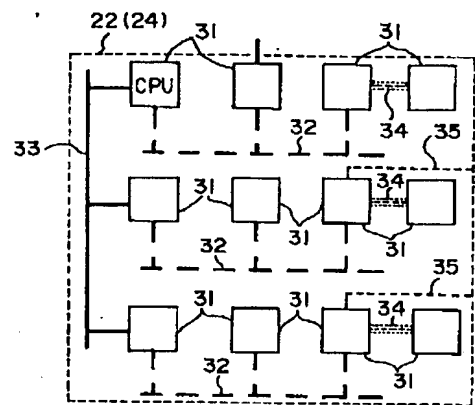
# 【符号の説明】

11……入力装置、12……計算処理装置、13……記憶装置、14……出力装置、15……モデル作成手段、16……構文解析手段、17……ネットワーク性能演算手段、18……モデル記憶部、19……パラメータ記憶部、20……評価手段、21……管理用OS、22、24……伝送装置、23、33……LAN、25A……データ通信チャンネル(DCC)用通信媒体、27……DCN、32……SCSI。

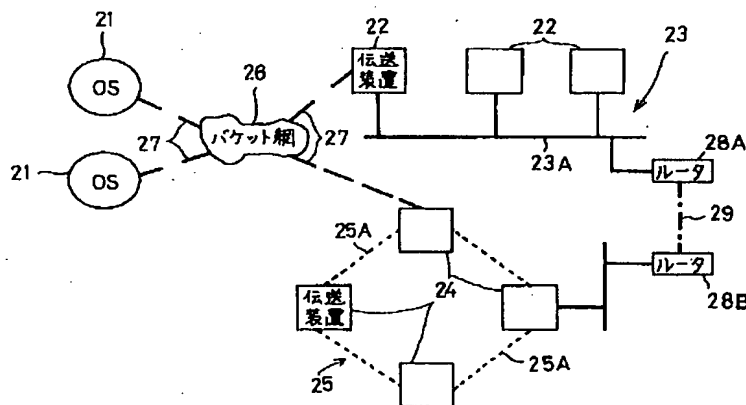
【図1】



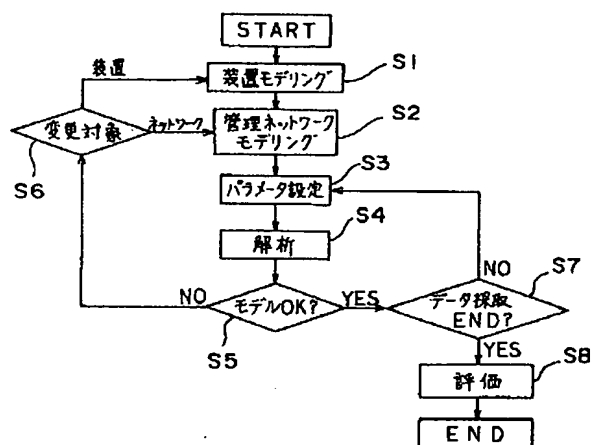
【図3】



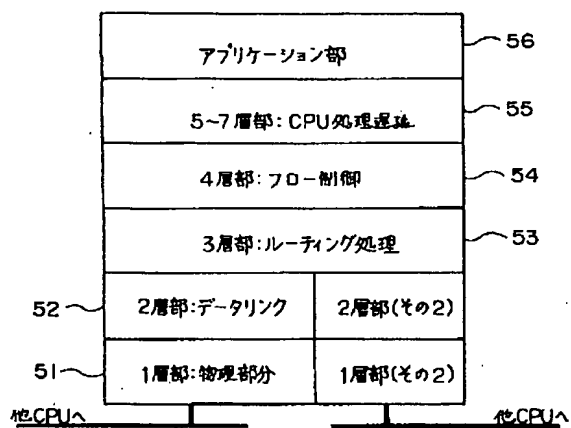
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 L 12/56